

5 **Vakuumbeschichtungsanlage zum Beschichten von längserstreckten Substraten**

Die Erfindung betrifft eine Vakuumbeschichtungsanlage zur Beschichtung längserstreckter Substrate mit einer oder mehreren 10 Beschichtungssektionen und einer oder mehreren Pumpsektionen, mit mindestens einem Magnetron in einer Anordnung als Sputter-down-Variante oberhalb des Substrates mit einer der Oberseite des Substrats zugewandten Targetfläche und/oder mit einer Anordnung als Sputter-up-Variante unterhalb des Substrates mit 15 einer der Unterseite des Substrats zugewandten Targetfläche und einer Transporteinrichtung.

Dieses Zweiseitenbeschichtungsprinzip findet zum Beispiel in In-line-Mehrkammer-Glasbeschichtungsanlagen industrielle Anwendung. Ebene und längserstreckte Glasflächen, die zu beschichten 20 sind, werden horizontal mittels des Transportsystems durch die aneinander gereihten Beschichtungs- und Pumpsektionen hindurch transportiert und wahlweise von oben und/oder von unten beschichtet. Dazu befinden sich die Magnetrons jeweils in der oben beschriebenen Anordnung zum Substrat in ein und derselben 25 Beschichtungssektion oder auch in verschiedenen Beschichtungssektionen. Das Transportsystem mit den Antriebselementen und den Transportelementen für das zu transportierende Substrat liegt dabei in einer Ebene etwa mittig zwischen den Magnetrons des Sputter-down- und Sputter-up-Betriebs und trennt so konstruktiv diese beiden Beschichtungsbereiche in eine Oberseite 30 und eine Unterseite. An der Oberseite wie an der Unterseite der Sektionen sind demzufolge gesonderte Befestigungskonstruktion und Öffnungen in der Vakuumbeschichtungskammer für die Montage und Demontage der Magnetrons und Pumpen des Sputter-down und 35 des Sputter-up-Betriebes vorgesehen.

Der prinzipielle Aufbau dieser Art von Beschichtungsanlagen ist auch aus der Druckschrift EP 1 179 516 A1 bekannt, in der eine Anordnung und Methode für die beidseitigen Beschichtung von Glasssubstraten unter gleich bleibender Lage des Substrates während des Durchlaufes durch die Beschichtungsanlage beschrieben ist.

Wesentlicher Nachteil der Beschichtungsanlagen der beschriebenen Art ist, dass die konstruktiv getrennte Anordnung der Magnetrons und der Pumpen an der Ober- wie auch der Unterseite der Beschichtungssektion einen entsprechenden Wartungs- und Montagefreiraum unter der Beschichtungsanlage oder auch neben der Beschichtungsanlage benötigt, was mit einem erheblichen apparativen Aufwand verbunden ist. So ist bei einer Montage der Magnetrons und Pumpen von unten eine gesteckte Unterkonstruktion über die gesamte Länge der Beschichtungsanlage erforderlich. Für die seitliche Montage der Magnetrons und Pumpen sind spezielle Auszugswagen mit hohem Aufwand in die Beschichtungsanlagen integriert.

Des Weiteren dürfen im Bereich der Sputterquellen im Sputter-up-Betrieb keine Transportelemente und Antriebskomponenten angeordnet sein, um den Beschichtungsprozess nicht zu behindern, so dass die entstehenden größeren Stützweiten der Transportelemente und Antriebskomponenten in diesem Bereich eine insgesamt längere und breitere Beschichtungssektion als bei einseitiger Beschichtung von Substraten erfordern.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung eine In-line-Beschichtungsanlage für die Zweiseitenbeschichtung von längserstreckten Substraten zu gestalten, bei der der konstruktive Aufwand und der Platzbedarf verringert werden.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Transporteinrichtung in einer Antriebsebene und in einer Transportebene unterteilt angeordnet ist, wobei die Antriebsebene so angeordnet ist, dass in der Sputter-up-Variante die Unterseite

eines das Magnetron beinhaltenden Magnetronkörpers oberhalb der Antriebsebene liegt.

Mit dieser Anordnung der Transporteinrichtung liegen die Antriebskomponenten nicht mehr zwischen den Magnetrons für den Sputter-up-Betrieb und dem Substrat. Die Energieübertragung von der Antriebsebene in die Transportebene zu den Transportelementen, wie z.B. Transportrollen, erfolgt senkrecht zur Antriebsebene und ist an beliebigen Stellen der Beschichtungs- und Pumpsektionen möglich.

Zum einen ermöglicht diese Anordnungsweise Magnetrons sowohl für den Sputter-Up- als auch für den Sputter-Down-Betrieb grundsätzlich von oben einzubringen, was zu einer Erleichterung des Handlings bei der Montage und Wartung führt und ein Ständern der Anlage vermeidet. Andererseits bleiben die Antriebskomponenten ungestört und außerhalb des Sputterraumes, was zu einer höheren Betriebssicherheit führt. Schließlich steht nunmehr auch in der Antriebsebene genügend Raum zur Verfügung, die Antriebskomponenten unterzubringen, so dass die äußereren, konstruktiv bedingten Abmaße der Transporteinrichtung reduziert werden können und zu Verringerung der Vakuumkammerbreiten und -längen führen.

Die Anordnungsweise der Transporteinrichtung hat darüber hinaus den großen Vorteil, dass die Lage der angetriebenen Transportrollen und deren horizontalen Verbindungselemente zur Energieübertragung flexibler gestaltet werden können. Das ermöglicht größere Stützweiten und Freiräume zwischen den angetriebenen Transportrollen. Infolgedessen kann die Einbringung der Magnetrons und Pumpen für den Sputter-up-Prozess von oben nach unten erfolgen, da der untere Beschichtungsraum durch die Transportebene hindurch zugängig geworden ist. Damit ist der Montageweg der gleiche wie für die Magnetrons und Pumpen des Sputter-down-Prozesses, weitere Montagezugänge werden nicht mehr benötigt. Dies führt zu erheblichen Einsparungen im konstruktiven Aufwand und Platzbedarf der Beschichtungsanlagen.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vakuumbeschichtungsanlage sind Transportelemente der Transportebene wahlweise antriebsfrei schaltbar und demontierbar.

Von der Antriebsebene aus wird die Antriebsenergie für das ebene Substrat in kurzen Strängen an die Transportrollen in der Transportebene übertragen. Der Transportpfad besteht dabei aus einer Vielzahl kurzer Stränge von nicht mehr als drei miteinander verbundener Transportrollen. Die Transportrollen, die das Strangende bilden, sind dabei leicht aus dem Transportpfad entfernt, ohne den Energieübertragungspfad der Antriebsenergie auf das ebene Substrat zu stören. Diese Ausführungsweise vereinfacht den Montageaufwand für die Magnetrons und Pumpen um ein Weiteres und erhöht die Flexibilität in der Gestaltung der Stützweiten und Freiräume zwischen den Transportelementen.

15 In einer zweckmäßigen Fortbildung der erfindungsgemäßen Vakuumbeschichtungsanlage ist das Magnetron in einer Anordnung als Sputter-up-Variante mit Befestigungselementen verbunden, die sich von der Oberseite der Vakuumbeschichtungsanlage seitlich neben dem Substrat bis zu dem Magnetronkörper erstrecken.

20 In dieser Weise kann das Magnetron für die Sputter-up-Variante von oben in den unteren Beschichtungsraum eingehängt werden. Montageaufwand für die gesonderte Befestigung im unteren Beschichtungsraum und entsprechender Montage – und Wartungsplatz entfällt.

25 Eine weitere Ausgestaltung sieht vor, dass Antriebselemente der Antriebsebene so verkleidet sind, dass die Verkleidung als Strömungswiderstand wirkt.

Da die Transporteinrichtung nunmehr in zwei Ebenen, nämlich der Antriebsebene und der Transportebene, die Beschichtungs- und Pumpsektionen durchdringt, ist es günstig, die Durchdringung der Transporteinrichtung in der Antriebsebene als Strömungswiderstand zu gestalten, damit kein zusätzlicher Druckausgleich zwischen den Sektionen erfolgt. Eine Verkleidung der Antriebs-

elemente wirkt dabei wie eine Strömungssicherung.

In einer günstigen Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vakuumbeschichtungsanlage sind in der Beschichtungssektion und in der Pumpsektion mit einander korrespondierende Saugöffnungen oberhalb und unterhalb der Transportebene angeordnet.
5

Damit kann wahlweise eine Absaugung in die Pumpsektion vom oberen Beschichtungsraum einer benachbarten Beschichtungssektion im Sputter-down-Betrieb und/oder vom unteren Beschichtungsraum einer benachbarten Beschichtungssektion im Sputter-up-Betrieb,
10 sowie von der rechten und/oder linken benachbarten Beschichtungssektion erfolgen. Mit der Regulierbarkeit der Saugöffnungen durch entsprechend angeordnete Strömungsblenden ergeben sich flexible Anpassungsmöglichkeiten der Pumpsektion bei einer beliebigen Aneinanderreihung von Beschichtungssektionen in den
15 Betriebsweisen Sputter-down und Sputter-up.

Ergänzend zur Anordnung der Saugöffnungen ist es günstig, dass in der Pumpsektion eine weitere Vakuumpumpe unterhalb der Transportebene angeordnet ist.

Neben der auf dem Deckel der Pumpsektion angeordneten Vakuumpumpe kann ebenfalls eine Vakuumpumpe im unteren Beschichtungsbereich unterhalb der Transportebene seitlich angeordnet werden, so dass eine alternative Vakuumabsaugung oben oder unten gewählt werden kann oder ein paralleler Absaugbetrieb von zwei Vakuumpumpen durch eine einzige Pumpsektion stattfinden kann.
20 Es können zum Beispiel durch den Einsatz von zwei Vakuumpumpen in nur einer Pumpsektion und mit entsprechenden Strömungsblenden auch benachbarte Beschichtungssektionen mit unterschiedlichen Vakumbetriebsdrücken betrieben werden. Damit erhöhen sich die Einsatzflexibilität und die Optimierung des Platzbedarfes
25 der Pumpsektion für die Zweiseitenbeschichtungsanlage um ein Weiteres.
30

Des Weiteren ist es vorteilhaft, dass die Verbindung zur Energieübertragung aus der Antriebsebene in die Transportebene aus-

schließlich in der Beschichtungssektion angeordnet ist.

Mit dieser Anordnung sind in der Pumpsektion keine vertikal angeordneten Transportelemente im Bereich unterhalb der Transportebene vorhanden. Die in ihrer Längsersteckung maßlich sehr
5 knapp bemessene Pumpsektion muss bei der Verwendung einer zusätzlichen Vakuumpumpe mit seitlicher Absaugung im Bereich unterhalb der Transportebene nicht verlängert werden. Dagegen steht der Raum für die Verbindung aus der Antriebsebene in die Transportebene in der Beschichtungssektion zur Verfügung ohne
10 eine maßliche Erweiterung vornehmen zu müssen. Die Energieübertragung an die Transportelemente in der Transportebene der Pumpsektion erfolgt über einen Strang aus miteinander verbundenen Transportrollen, wobei das Strangende in die Pumpsektion reicht. Dadurch können die bisher verwendeten Standartlängenma-
15 ße für die Beschichtungs- und Pumpensektionen in Zweiseitenbeschichtungsanlagen fortbestehen bleiben.

Die Erfindung soll nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispieles näher erläutert werden. In den zugehörigen Zeichnungen zeigt

20 Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine In-line-beschichtungsanlage mit Zweiseitenbeschichtungsprinzip und einer in Transportebene und Antriebsebene unterteilt angeordneten Transporteinrichtung

Fig. 2 eine schematische Darstellung dieser In-line-
25 Beschichtungsanlage.

Im linken Teil der Vakumbeschichtungsanlage 1 wird zwischen zwei Pumpsektionen 2 eine Beschichtungssektion im Sputter-down-Betrieb 3 dargestellt, dass heißt, dass ein Magnetron 4 für eine Beschichtung des Substrates 5 von oben oberhalb der Substratebene 6 angeordnet ist, wobei die Targetfläche 7 der Oberseite des Substrates 5 zugewandt ist. Im rechten Teil der Vakumbeschichtungsanlage 1 ist zwischen zwei Pumpsektionen 2 eine Beschichtungssektion im Sputter-up-Betrieb 8 angeordnet. Hier

erfolgt die Beschichtung von unten auf das Substrat 5 und zwar dadurch, dass ein Magnetron 4 unterhalb der Substratebene 6 angeordnet ist, wobei die Targetfläche 7 der Unterseite des Substrates 5 zugewandt ist.

5 Die Transporteinrichtung 9 befindet sich in zwei Ebenen, der Antriebsebene 10 und der Transportebene 11. In der Antriebsebene 10 sind die Antriebselemente wie zum Beispiel der nicht dargestellte Motor mit der Antriebswelle, das Zahnriemengetriebe 12 und die Antriebsrollen 13 untergebracht, wogegen in der
10 Transportebene 11 nur das Zahnriemengetriebe 12 und angetriebene oder unangetriebenen Transportrollen 14 angeordnet sind.

Die Funktionsweise dieser Transporteinrichtung wird insbesondere in der schematischen Darstellung in Fig. 2 verdeutlicht. Die Übertragung der Antriebsenergie aus der Antriebsebene 10 in die
15 Transportebene 11 erfolgt durch eine senkrecht zur Antriebsebene 10 geführte Verbindung des Zahnriemengetriebes 12. Diese Verbindung befindet sich jeweils zweifach in den Beschichtungssektionen 3, 8, wodurch gewährleistet wird, dass jede zweite bis maximal jede dritte Transportrolle 14 durch eine Antriebsrolle 13 der Antriebsebene 10 angetrieben wird. Dadurch sind die horizontalen Verbindungen des Zahnriemengetriebes 12 zur Energieübertragung in der Transportebene 11 kurze Stränge und erstrecken sich maximal über 3 Transportrollen 14. Die Energieübertragung der Transporteinrichtung 9 kann durch diese Verzweigungen abschnittsweise parallel oder alternativ in der Antriebsebene 10 und in der Transportebene 11 erfolgen.

Der konstruktive Unterbau für die Lagerung der Antriebselemente 15 in der Antriebsebene 10 ist auf dem Boden der Beschichtungs- und Pumpsektionen 2, 3, 8 befestigt, die Transportrollen 14 dagegen sind auf einem Unterbau für die Transportelemente 16 in der Transportebene 11 gelagert. Der Unterbau für die Transportelemente 16 besteht aus fest an den Seitenwänden der Beschichtungs- und Pumpsektionen 2, 3, 8 befestigten Kammerelementen 17 und demontierbaren Brückenelementen 18. Für die Einbringung und

Positionierung des Magnetrons 4 in der Beschichtungssektion der Sputter-up-Variante 8 wird eine horizontale Verbindung des Zahnriemengetriebes 12 in der Transportebene 11 und ein demontierbares Brückenelement 18 mit einer oder zwei Transportrollen 14 entfernt, ohne dass die Energieübertragung der Antriebsenergie auf das Substrat 5 beeinträchtigt wird. Es entsteht eine ausreichend große Stützweite der Transportrollen 14 für die Montage des Magnetrons 4 und der anderen prozessspezifischen Einbauten in der Sputter-up-Variante von oben über die gleiche vorhandene Öffnung wie für die Wartung und Montage des Magnetrons 4 in der Sputter-down-Variante. Die Befestigung der Einbauten für die Sputter-up-Variante erfolgt dabei durch eine nicht dargestellte Abhängekonstruktion, die außerhalb der Substratbreite am Substrat 5 vorbei unterhalb der Transportebene 11 führt. Für eine multivalente Nutzung der Pumpsektionen 2 wird die Vakuumpumpe 19 in der klassischen Anordnung auf der Pumpsektion 2 für eine Absaugung nach oben oder alternativ unterhalb der Transportebene 11 für eine seitliche Absaugung angeordnet.

5 **Vakuumbeschichtungsanlage zum Beschichten von längserstreckten Substraten**

Bezugszeichenliste

10 1 Vakuumbeschichtungsanlage
 2 Pumpsektion
 3 Beschichtungssektion der Sputter-down-Variante
 4 Magnetron
 5 Substrat
15 6 Substratebene
 7 Targetfläche
 8 Beschichtungssektion der Sputter-up-Variante
 9 Transporteinrichtung
 10 Antriebsebene
20 11 Transportebene
 12 Zahnriemengetriebe
 13 Antriebsrolle
 14 Transportrolle
 15 Unterbau für die Antriebselemente
25 16 Unterbau für die Transportelemente
 17 feste Kammerelemente
 18 demontierbare Brückenelemente
 19 Vakuumpumpe

5 **Vakuumbeschichtungsanlage zum Beschichten von längserstreckten Substraten**

Patentansprüche

10 1. Vakuumbeschichtungsanlage zur Beschichtung längserstreckter Substrate mit einer oder mehreren Beschichtungssektionen und einer oder mehreren Pumpsektionen, mit mindestens einem Magnetron in einer Anordnung als Sputter-down-Variante oberhalb des Substrates mit einer der Oberseite des Substrats zugewandten Targetfläche und/oder mit einer Anordnung als Sputter-up-Variante unterhalb des Substrates mit einer der Unterseite des Substrats zugewandten Targetfläche und einer Transporteinrichtung, dadurch gekennzeichnet, dass die Transporteinrichtung (9) in einer Antriebsebene (10) und in einer Transportebene (11) unterteilt angeordnet ist, wobei die Antriebsebene (10) so angeordnet ist, dass in der Sputter-up-Variante die Unterseite eines das Magnetron (4) beinhaltenden Magnetronkörpers oberhalb der Antriebsebene (10) liegt.

15 2. Vakuumbeschichtungsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Transportelemente der Transportebene (11) wahlweise antriebsfrei schaltbar und demontierbar sind.

20 3. Vakuumbeschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Magnetron (4) in einer Anordnung als Sputter-up-Variante mit Befestigungselementen verbunden ist, die sich von der Oberseite der Vakumbeschichtungsanlage (1) seitlich neben dem Substrat (5) bis zu dem Magnetronkörper erstrecken.

4. Vakuumbeschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass Antriebselemente der Antriebsebene (10) so verkleidet sind, dass die Verkleidung als Strömungswiderstand wirkt.
5. Vakuumbeschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass in der Beschichtungssektion (3,8) und in der Pumpsektion (2) mit einander korrespondierende Saugöffnungen oberhalb und unterhalb der Transportebene (11) angeordnet sind.
- 10 6. Vakuumbeschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass in der Pumpsektion (2) eine Vakuumpumpe (18) unterhalb der Transportebene (11) angeordnet ist.
- 15 7. Vakuumbeschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung zur Energieübertragung aus der Antriebsebene (10) in die Transportebene (11) ausschließlich in der Beschichtungssektion (3,8) angeordnet ist.



